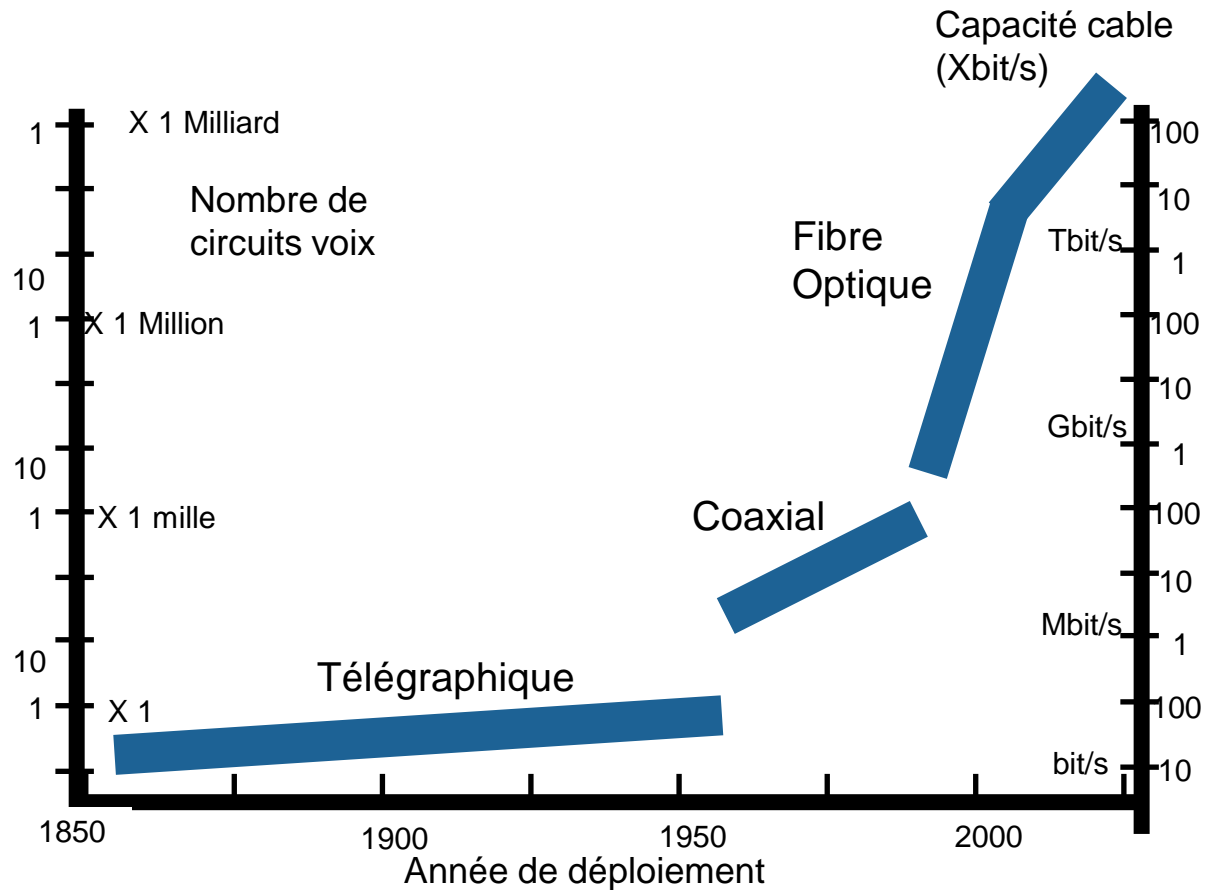




Webinaire Telecom Paris Alumni

Câbles sous-marins optiques
Mars 2021

DU MORSE À L'INTERNET (1/2)

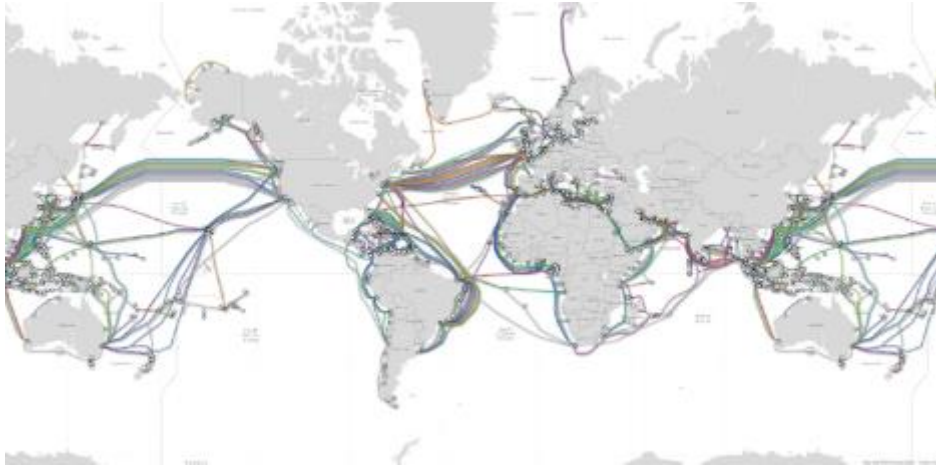


- Une technologie très ancienne
- Un changement de paradigme avec l'arrivée des fibres optiques
- Capacité par fibre $\times 10^5$ en 30 ans, grâce à
 - Amplification optique par fibre dopée Erbium (EDFA) qui a permis de ne pas avoir à repasser par l'électrique
 - Multiplexage en longueur d'ondes (WDM)
 - Détection cohérente
- A des coûts inférieurs par km de câble



Télégraphe Coaxial Optique

DU MORSE À L'INTERNET (2/2)



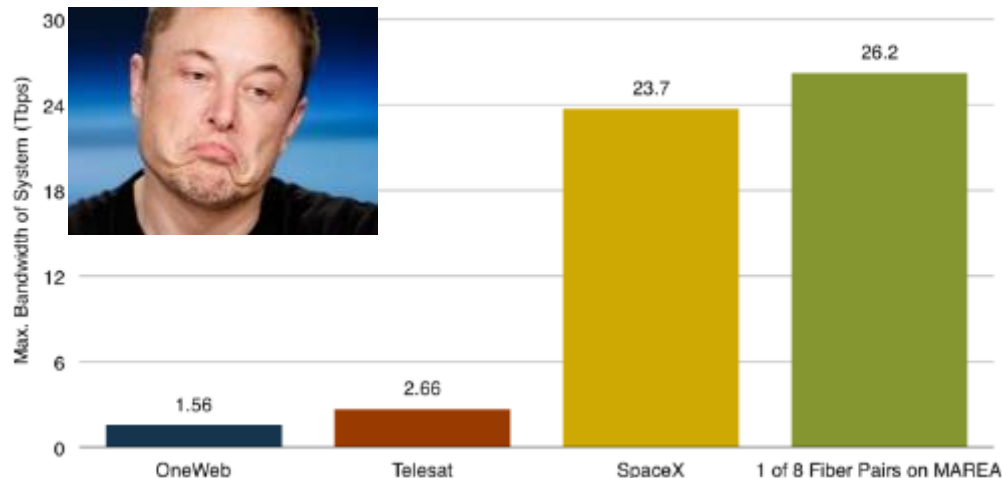
Durant les deux dernières décennies:

- Les CSM à fibres optiques ont permis le développement rapide d'Internet
 - Accès à de très larges capacités
 - Augmentation quasi-exponentielle des débits grâce à des (r)évolutions dans les domaines de l'optique et de l'électronique
 - Prix de la capacité faible et en décroissance continue

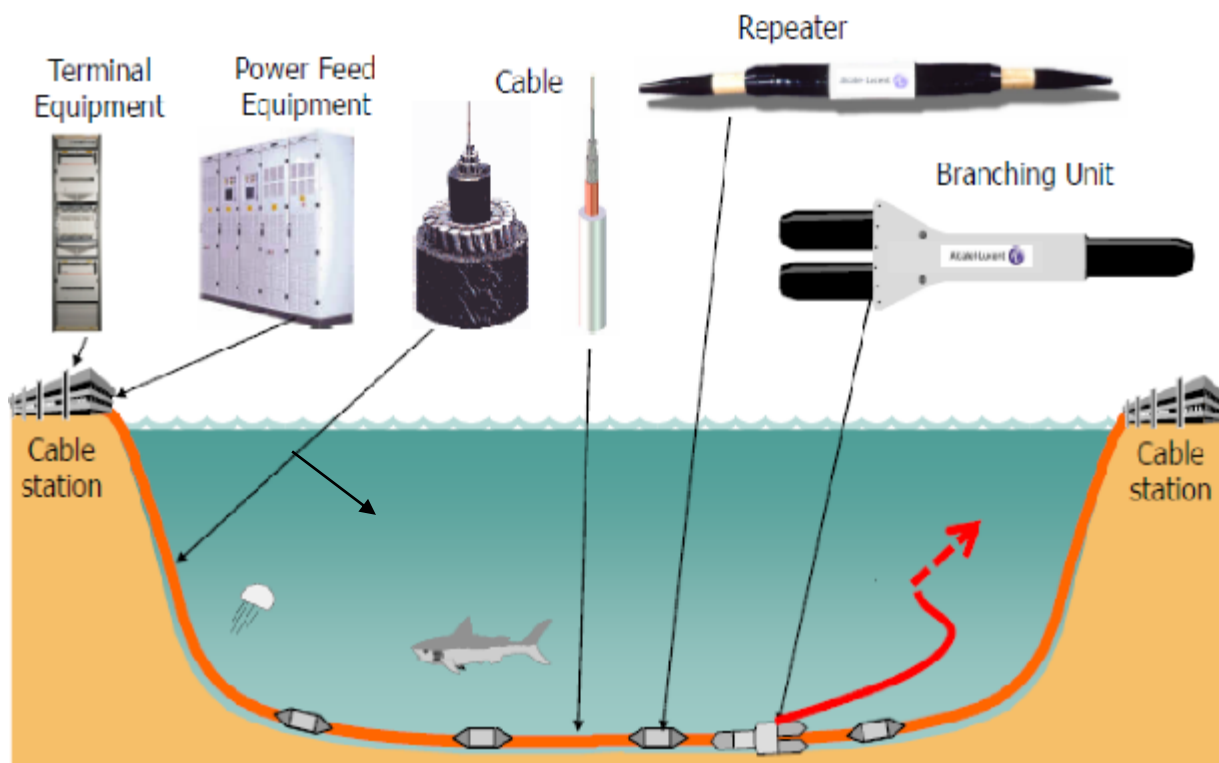
- Les CSM représentent plus de 99% du réseau mondial, de par des qualités intrinsèques:

- Très grande fiabilité
- Transmission sans erreur
- Faible temps de latence
- Coût par bit très faible

→ Pas de technologie concurrente (pour l'instant)



MAIS ÇA RESSEMBLE À QUOI UN SYSTÈME CSM?



Dans l'eau

- Cable (ø17mm au fond)
 - Tube comprenant des fibres <48
 - Voute acier et conducteur Cu ou Al pour alimenter les répéteurs
 - Différentes armures métalliques pour protéger près des côtes
- Equipements sous-marins
 - Répéteurs pour amplifier le signal (EDFA)
 - Egaliseurs pour maintenir les caractéristiques optimales de la bande passante
 - Les unités de dérivation permettant de fournir de la capacité sur les "branches" (BU, et autres unités de dérivation optique)

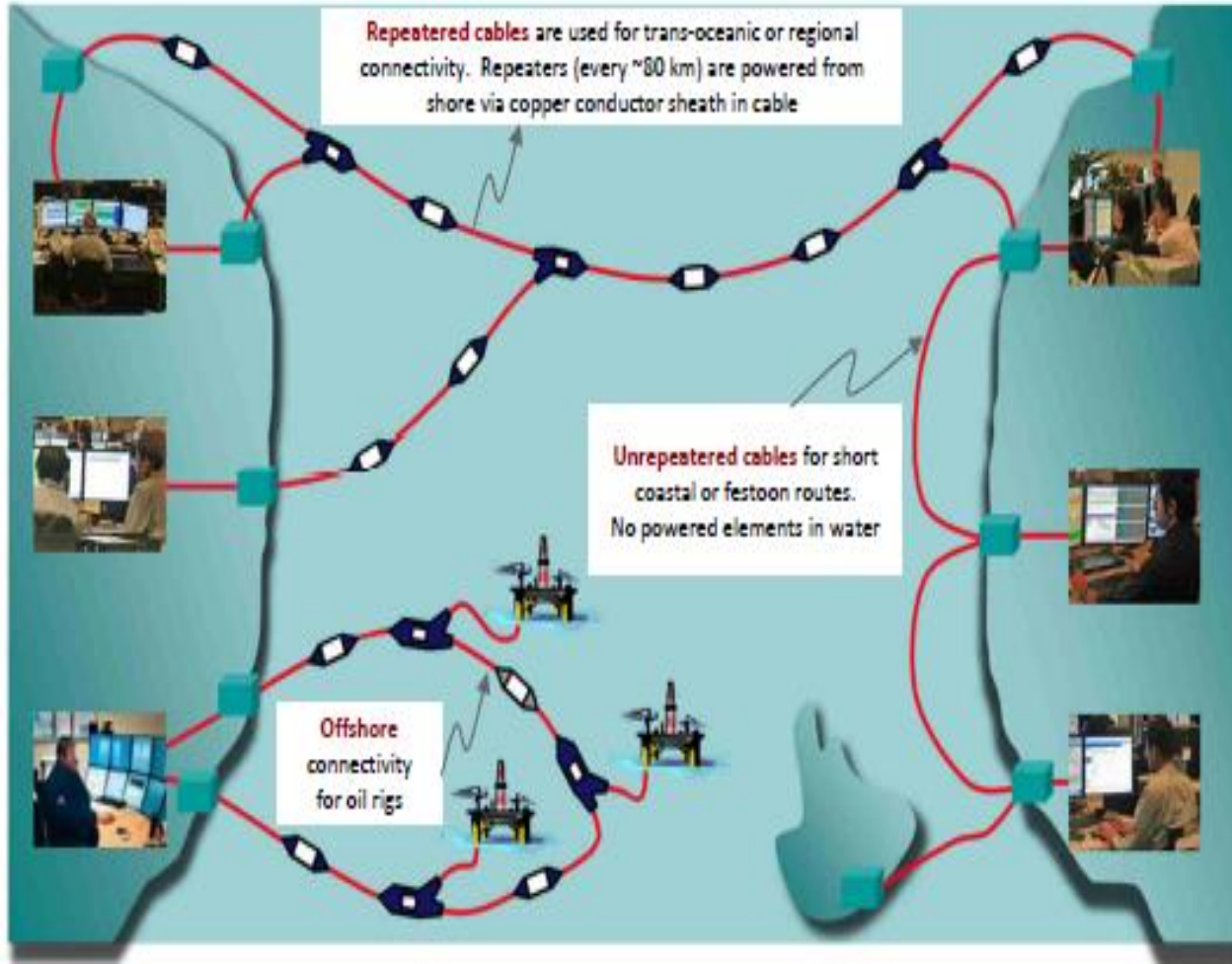


A terre

- Les stations terminales comprenant:
 - La téléalimentation (PFE) qui alimente les répéteurs
 - Les équipements de supervision
 - Les terminaux (permettant de formater le signal pour qu'il passe à travers le câble sur plusieurs milliers de km)

- Distance de transmission > 15 000 km sans régénération
- Distance entre répéteurs 60-100 km
- Installation jusqu'à + de 8000 m de fond

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES

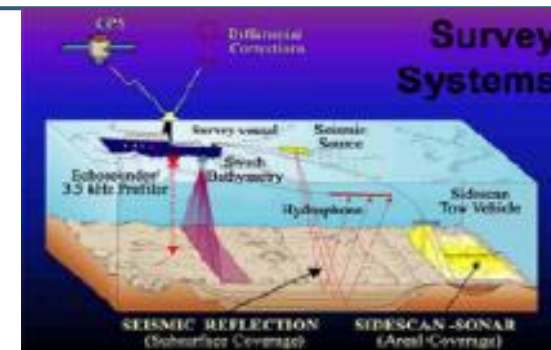


- Différents types de systèmes CSM
 - Les télécoms répétés (la part du lion)
 - Les sans-répéteurs (e.g. vers la Corse, <400km)
 - Les connexions de plateformes ou capteurs scientifiques (ou autres...)
- Durée de vie de 25 ans, très grande fiabilité et robustesse
 - Qualification des composants et équipements très poussée
 - Redondance des composants les moins fiables (en particulier pour la partie immergée)
 - Typiquement moins d'un ou deux défauts internes pendant les 25 ans
 - Etude du tracé, amurage et ensouillage pour limiter les agressions externes, principales sources des interruptions de trafic



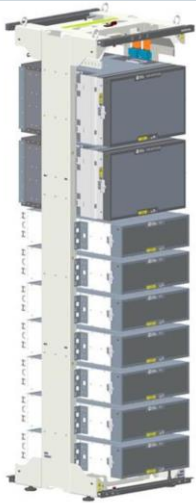
MISE EN OEUVRE D'UN SYSTÈME CSM

- Contrat clé en main “all inclusive”
 - Design, fourniture de l'ensemble des équipements
 - Reconnaissance, Installation (marine & terrestre)
 - Mais souvent (maintenant) excluant les terminaux
- Typiquement 36 mois pour un système de 10 000 km
- Campagne de sondage
 - D'abord une étude papier puis des navires spécialisés effectuent des relevés SONAR
 - But : valider/modifier le tracé, les types de cable pour fiabiliser le système
- Production et assemblage du système
 - Validation du design et des équipements, recette systématique des équipements
 - Test de validation en usine sur la liaison tout ou partiellement assemblée
- Installation
 - Permis de principe nécessaires (souvent 12-18 mois à la charge des Acheteurs)
 - Pose du cable sur ou sous le fond de la mer (typiquement 5000km d'un seul tenant)
 - Mais aussi parcours terrestre et équipements en station
- Recette du système





OPEN CABLES ET UPGRADES



- Depuis environ 20 ans les systèmes sont vendus partiellement équipés, voire pas équipés d'équipements terminaux

- Les terminaux (SLTE) des différents fournisseurs sont de plus en plus compatibles
- La détection cohérente a permis l'accès aux terminaux "terrestres" (moins chers)
- La supervision (propriétaire) a été détachée des SLTE
- Forte pression des GAFAMS pour mettre leurs propres terminaux
- Permet à chacun d'uniformiser son réseau avec des fournisseurs csm différents

- Open cables

- Inexistants il y a encore 10 ans, ils sont devenus la norme
- La partie sous-marine (y compris la PFE) est achetée indépendamment des SLTE
- Critères de recette encore débattus.

- Les Upgrades

- Consistent à insérer de nouvelles longueurs d'onde
- Potentiellement plusieurs fournisseurs sur la même fibre
- Effectués alors qu'il y a du trafic qui ne doit pas être coupé
- Très gros marché....

